稻減數分裂期及成熟期施用蔗糖之增產效果[1]

卜瑞雄　陳正昌　黃眞生[2]

摘要：本省位於亞熱帶地區，連綿陰雨天往往持續至二個星期甚且更長，尤其在二期作更甚，其間之日照亦常低於 150 克卡／平方公分／天（氣象中心年報1975），因此影響水稻之正常生育而導致產量減產。本試驗乃針對影響水稻光合作用最大之減數分裂期及成熟期，將稻株人工遮陰（90%），以蔗糖噴施稻葉，及以蔗糖溶液灌施，以探討直接施用蔗糖能否補救因光照不足所引起產量減少之部份原因。

供試材料臺農育 A6 號（蓬萊稻），由 Pot 試驗結果，由於本試驗於第二期作執行，於生育後期遭遇低溫及寡日照之影響，結果遮陰並未使退化穎百分比顯著提高，但其結實率，千粒重，登熟率及每欉谷粒產量却大幅降低，因此，蔗糖處理仍未顯出明顯之反應。但嘉農秈8 號却有良好之結果，遮陰使退化穎花數增加約54%，蔗糖處理亦有使退化穎花百分比降低之趨勢。

經田間試驗結果顯示：蔗糖葉面噴施及灌漑水施用，對產量構成因素沒有明顯之效果，其小區產量經變方分析結果亦未達顯著之差異。

前　言

水稻生育期間因光照不足影響水稻之正常生育，其傷害之程度及形式則視陰雨天發生在水稻生育期之那一時期而不同，例如陰雨天發生在穗芽分化期，則將使抽穗延遲，並使葉及植株增長，最後導致倒伏；若陰雨天發生在減數分裂期，則將抑制穎花之生長與分化，而減少一穗穎花數；若陰雨天發生在成熟期，則影響成熟速度及千粒重等，最後導致產量減少（Matsushima 1972）。爲了補救這些問題，祇好從栽培方法及品種改良著手，品種改良雖是可行的辦法，但是需要長期的時間，且不一定保證能完全解決問題；反之，栽培法改良便成爲一個短期目標的工作。爲了防備穗原始體分化期的植株伸長之敏感性，已有半矮型品種之應用以及「V」字型施肥法，或採用伸長抑制劑等（Takahashi et al. 1961；Huang, 1976），但對於減數分裂期及成熟期的陰雨天，應如何來加以補救則少有報告。

過去曾有許多學者認爲田間太陽光線引起之光合作用（light reaction）所產生的 ADP、NADPH$_2$ 已足够推動暗作用（dark reaction）（Arnon et at 1967），譬如樹蔭下嫌光性草本植物，雖然在光線量少之情形下，尙且照樣能生長。此一說法能否應用在水稻，乃是值得懷疑的，因爲成熟期或減數分裂期的日射量與產量有顯著的正相關（Matsushima 1972）。又若在 200克卡/平方公分/天以下光線量時，CO_2 同化量隨線量的減少成拋物線的方式降低，且光線量減少每 5 克卡/平方公分/天，登熟率減少大約 1%（Matsushima 1972）。故日射量減少引起光合作用降低，碳水化合物生成受限制，因此將使穎花的分化和發育停頓，CH_2O 物質貯存之量受限制，結果導致一穗穎花數減少，千粒重亦減輕（Chen 1972）。

針對上述之看法，曾考慮過許多方法：也許可以人工照明來增加光線量，但無論是設備或電費都

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告 第 836 號。本試驗承農復會補助經費，文並承劉大江博士斧正，謹此致謝。
2. 臺灣省農業試驗所技佐、技佐及技正。

不經濟；或許可直接噴施 ATP 及 $NADPH_2$ 等之高能化合物，但因分子量太大，能否進入植物體或價錢是否合算，問題仍多；又提高 CO_2 之濃度是另一途徑（Zelitch 1975），但在技術上尚有許多困難。故退一步想，是否可施用蔗糖或葡萄糖等碳水化合物來加予補救，使得稻穗儘量發育？蔗糖分子量爲324，葡萄糖分子量爲180，均能經過氣孔和硬厚的葉面表皮進入植物體內（Franke 1967, Yamada 1965, Kamimura 1964），若由根直接吸收，更加沒有問題，而且蔗糖價格低廉，因此其實用之可能性較大。因此本試驗乃以缽頭（Pot）及田間試驗，將減數分裂期稻株人工遮陰（90%），再由葉面噴洒及灌漑方法施用蔗糖，俾便探討能否補救因遮光所引起的前述後果。

材料及方法

供試方料：

使用新育成的優良品系臺農育A6號及嘉農秈8號，蔗糖係本省產白砂糖。

試驗方法：

（1）Pot 試驗

以寒冷紗（ニツト）置蓋稻株（90%遮陰），主稈劍葉葉舌至下一葉舌間距離 0.5cm時起10天，每5天一次，以0、0.3、0.6、0.9g/hill 之蔗糖溶解於 20c.c 之水，以噴槍噴施葉面，及隨灌漑水施用，每處理3欉，於網室內進行，其他栽培法沿用本所慣用法。

（2）田間試驗

亦分葉面噴施及灌漑水施用，每試驗有10個處理，四重複，逢機完全區集法設計，每小區 100欉。10個處理中，1個爲對照無處理（CK），3個爲減數分裂期（主稈葉葉舌至下一葉葉舌間距離爲 0.5cm時）起10天，每5天一次，以50、100、150 kg/ha 之蔗糖施用。3個爲同樣於抽穗期起10天處理者，另3個爲減數分裂期與抽穗期均處理者，其代號如下：

0……………………………………無處理（CK）

M50 M100 M150……………減數分裂期處理

H50 H100 H150……………抽穗後處理

MH50 MH100 MH150 ……減數分裂期，抽穗後均處理

田間葉面噴施處理，將規定量之蔗糖溶解於 20c.c/hill 的水分二次噴施。灌漑水施用，將小區以塑膠板隔離以防灌漑水互流，然後將規定量蔗糖施用於每小區，其他栽培法沿用本所慣用法。成熟後，調查（1）株高（2）分蘗（3）退化穎花數（4）二次分枝數（5）一穗粒數（6）千粒重（7）粒幅、粒長（8）結實率（9）登熟率（10）每欉穀粒產量或小區穀粒產量。

結果及討論

Pot 試驗調查減數分裂時期施用蔗糖對於二次結實穎花數、二次退化穎花數、退化一次枝梗數、退化二次枝梗數等結果如表一所示。臺農育 A6 號爲蓬萊稻，因遮陰而使幼穗生長緩慢下來，等遮陰十天完畢後繼續生長，此可能蓬萊稻對遮陰有逃避之本能，或由於遮陰過早，以致抑制了幼穗之分化。又因本試驗於第二期作執行，生育後期遭遇低溫及寡日照之影響，結果遮陰雖然未使退化穎百分比顯著提高，但其結實率、千粒重、登熟率及每欉谷粒產量却大幅降低（圖1），因此蔗糖處理亦未有顯出明顯的反應。

本試驗中，嘉農秈8號反而有良好的結果，遮陰使退化穎花數增加約54%，蔗糖處理有使退化穎百分率降低之趨勢（表1），此主要乃由於初次穎花減少退化所致。

田間試驗結果顯示，蔗糖噴施對產量構成因素沒有明顯的效果（表2），其小區產量經變方分析結果亦未達顯著差異，但在蔗糖濃度間却呈顯著差異（表3）。

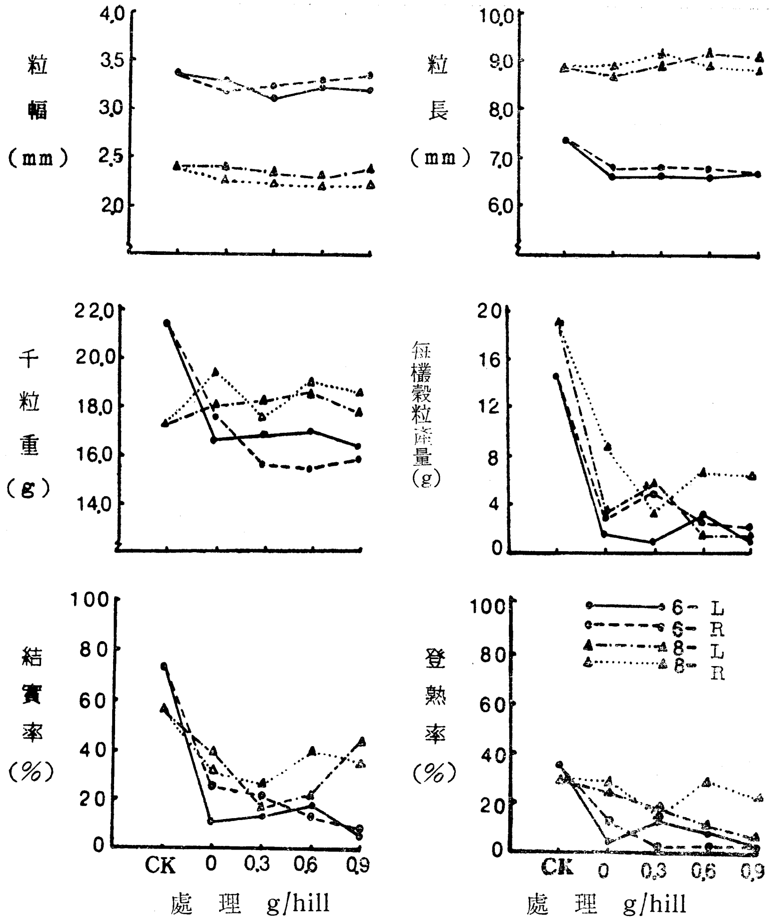

圖 1，減數分裂期遮光十天、施用蔗糖對農藝性狀之消長
(6－L 臺農育A6號 葉面噴施 8－L 嘉農秈8號 葉面噴施
6－R 臺農育A6號 灌溉水施 8－R 嘉農秈8號 灌溉水施)

表 1. 減數分裂期遮光十天，施用蔗糖對稻穗退化枝梗、退化穎花數、發育穎花數之影響

	處理			退化枝梗數		退化穎花數		發育穎花數		一穗平均穎花數
	遮光與否 (90%)	施用量 g/hill	施用法	一次枝梗	二次枝梗	二次穎花 (%)	總數 (%)	二次穎花 (%)	總數 (%)	
臺農育A6號	－	0	(CK)	0	6	18(12)	25(17)	44(30)	123(83)	148
	＋	0	無	0.5	6.5	13(10)	23(18)	34(26)	106(82)	129
	＋	0.3	葉面噴施	0	10	16(12)	26(19)	45(33)	108(81)	134
	＋	0.6	葉面噴施	1	11	18(12)	35(23)	34(23)	115(77)	150
	＋	0.9	葉面噴施	0	11	20(14)	34(24)	39(27)	108(76)	142
	＋	0.3	灌溉水	1	8	17(10)	47(26)	36(20)	132(74)	179
	＋	0.6	灌溉水	0	12	11(8)	32(23)	27(19)	109(77)	141
	＋	0.9	灌溉水	0	4	8(6)	20(14)	38(27)	119(86)	139

嘉農秈8號	—	0	(CK)	0.5	8	29(17)	35(20)	46(26)	139(80)	174
	+	0	無	4	15	55(31)	129(74)	6(3)	46(26)	175
	+	0.3	葉面噴施	5	14	50(28)	150(84)	5(3)	29(16)	176
	+	0.6	葉面噴施	4	19	49(27)	142(78)	6(3)	41(22)	183
	+	0.9	葉面噴施	0	28	60(29)	102(50)	19(9)	103(50)	205
	+	0.3	灌溉水	4	21	55(32)	116(67)	8(5)	56(33)	172
	+	0.6	灌溉水	4	8	51(25)	136(66)	10(5)	70(34)	206
	+	0.9	灌溉水	1	26	55(28)	93(47)	27(14)	106(53)	199

由圖1減數分裂期遮光十天，施用蔗糖對農藝性狀之消長情形看，無論蓬萊稻或秈稻，經遮光處理後，其粒幅、粒長、千粒重、每欉穀粒產量、結實率、登熟率均大幅降低，經蔗糖處理後，臺農育A6 號除粒幅、粒長外，其千粒重、每欉穀粒產量，結實率、登熟率有隨蔗糖濃度增加而降低之趨勢。而嘉農秈8號則在灌溉水施 0.6g/hill 蔗糖濃度時，有較高之千粒重、每欉穀粒產量、結實率及登熟率，葉面噴施時各濃度處理間却呈不規則之變化。

表 2. 田間葉面及灌溉水施用蔗糖對農藝性狀之影響

性狀＼處理		0	M50	M100	M150	H50	H100	H150	MH50	MH100	MH150
葉面噴施	株高 (cm)	100.4	96.6	98.1	98.2	100.5	98.4	98.2	97.3	97.1	96.7
	每欉穗數	11.7	10.8	11.4	11.3	12.4	11.7	11.2	10.3	12.4	13.1
	每穗粒數	102	104	101	98	99	103	102	106	94	99
	結實率 (%)	61.8	63.5	61.4	63.3	65.7	63.1	60.8	61.3	59.6	65.7
	登熟率 (%)	27.5	37.5	31.7	31.6	32.3	28.2	29.4	27.4	27.7	33.3
	千粒重 (g)	22.0	22.4	21.9	22.5	22.0	22.0	22.3	22.1	21.3	22.0
	粒幅 (mm)	3.7	3.6	3.6	3.5	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6
	粒長 (mm)	7.2	7.1	7.1	7.1	7.1	7.2	7.2	7.2	7.2	7.1
	穀粒產量 (kg/ha)	2344	2501	2317	2728	2413	2544	2192	2496	2088	2264
灌溉水施	株高 (cm)	98	97	95	98	97	97	98	98	97	98
	每欉穗數	16.3	16.0	13.9	15.3	16.5	14.5	13.9	14.6	14.0	14.3
	每穗粒數	89.2	97.8	108.1	107.7	97.7	103.8	99.4	114.6	110.3	94.4
	結實率 (%)	69.5	81.3	80.3	77.0	67.7	62.4	71.6	82.3	80.0	71.2
	登熟率 (%)	62.5	38.8	38.1	38.4	37.0	30.6	36.5	40.9	40.6	42.9
	千粒重 (g)	19.1	19.6	18.1	19.1	20.4	22.2	19.3	18.3	20.9	23.1
	粒幅 (mm)	3.4	3.5	3.5	3.3	3.4	3.4	3.4	3.5	3.5	3.6
	粒長 (mm)	7.0	7.0	7.0	6.9	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
	穀粒產量 (kg/ha)	2137	2225	2012	2187	2250	2050	2125	2125	2125	2150

表 3. 田間施用蔗糖之株高、分蘗與小區產量變方分析表

變因	自由度	均方					
		葉面噴施			灌漑水施		
		株高	分蘗	小區產量	株高	分蘗	小區產量
區集	3	14.165	11.239	1087.092	9.88	2.8	370.63
處理	(9)	7.132	0.804	544.969	3.17	1.1	207.57
時期	2	12.252	1.288	619.695	1.03	1.36	2.78
濃度	2	0.650	0.71	266.195	6.10	0.695	588.19**
時期 × 濃度	4	5.097	1.05	774.986	2.97	0.903	171.53
施用與否	1	18.001*	0.318	33.003	2.43	2.18	0.07
機差	27	4.178	0.889	370.851	3.30	0.97	129.421
總計	39						

*F＝4.3（顯著）　**F＝4.55（極顯著）

由表三變方分析結果看出，田間施用蔗糖，葉面噴施處理與不處理間達顯著差異，而以灌漑水施則處理與不處理間差異不顯著，亦即直接噴洒葉面能矮化株高（表２）之效果。以灌漑水施蔗糖各濃度間對小區產量呈極顯著之差異，尤以減數分裂期及抽穗後期施用 50kg/ha 之濃度所得小區產量較其他處理產量爲高，其他所有處理間差異均不顯著。

由本試驗結果看出，於減數分裂期若施用蔗糖，能使初次穎花減少退化，尤其此在秈稻方面，其趨勢更明顯。又在田間施用蔗糖效果方面，施用蔗糖能改良一些農藝性狀，使穀粒產量增加。雖經變方分析結果，並未達預期效果，然在蔗糖濃度間却呈顯著差異，此可能是由於所施用蔗糖濃度過低，以致其效果不彰，如能尋求出其有效濃度，並估計其成本是否合理，即可獲得此法之可行性。

參考文獻

1. Arnon, D. I., H. Y. Tsujimoto and B. D. Mc Swain. 1967. Ferredoxin and photosynthetic hposphorylation. Nature 214 : 562—566.
2. Central Weather Bureau. 1975. Weather Records of Taipei City .
3. Chən, C. Y. 1972. : Studies on the physiological characteristics of rice in Taiwan. (in Chinese) II. J. Agric. Asso. China. New 78 : 17—25.
4. Franke, W. 1967. Mechanism of foliar penetration Ann. Rev. Pl. Physio. 18 : 281—300.
5. Huang, C. S. 1976. Causes of Low Yields of the Second Crop Rice and Rice Breeding. TARI. Taiwan (unpublished) .
6. Kamimura, S. and R. N. Goodman. 1964. Evidence of an energy requirement for absorption of Cabon^{14}—labeled streptomycin and leucin by apple leaves. Phyto pathology 54 : 1467—74.
7. Matsushima, S. Z. 1972. Principles and Techniques of Rice Culture. Yokendo, Tokyo.
8. Takahashi, J. and S. C. Chang 1961. The physiological disease of rice in Taiwan (in Chinese) . Newsletter of Soils and Fertilizer. Taiwan. No. 125.
9. Yamada, Y., S. H. Witter and M. J. Bukovac. 1965. Penetration of organi compounds through isolated cuticular membranes with special reference to C^{14} urea. Pl. Physiol. 40 :

170—175.

10. Zelitch, I. 1975. Improving the efficency of photosynthesis. Science 188 : 626—633.

EFFECTS OF SUCROSE APPLICATION ON GRAIN YIELD IN MEIOSIS AND MATURING STAGES OF THE RICE PLANT[1]

by

R. H. Buu, C. C. Chen and C. S. Huang[2]

Summary

1. Prolonged rainy weather or low solar radiation is considered one of the causes of low yields of the second crop rice in Taiwan. The total solar radiation during such period commonly falls down to 150 gr. cal/cm^2/day or less. Attempts were made to find out whether sucrose application in meiosis and maturing stages corrects the effect of low solar radiation on rice plants.

2. In a pot experiment, about 90% shading by a piece of black cloth for ten days was made during meiosis stage, and the plants were applied with 0, 0.3, 0.6, 0.9 g/hill sucrose through foliage spraying and irrigation water. Inaddition, two field experiments were conducted, one by application of sucrose by foliage spraying and the other in irrigation water through roots. Dssiolve sucrose 50, 100, 150 kg/ha in 20 c.c/hill water, and apply them during meiosis stage, after heading stage and both stages.

3. In the pot experiment an indica rice variety, Chianung Sen 8 showed 54% of degenerated spikelet by the shading treatment. However, sucrose application tended to prevent the spikelets from degeneration. The shading did not cause significant degree of spikelet degeneration in Tainung Yuh A6. Hence the difference in the percentage of degenerated spikelets among the sucrose treatments was not significant. But1,000 grain weight, percentages of seedset and matured grain and grain yield perhill were reduced appreciably.

4. In both field experiments, the analysis of variance of grain yield per plot showed non-significant differences in grain yield among sucrose treatments in meiosis, mat uring stages and both stages.

---

1. Contribution No. 836 from the Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Research Assistant and Senior Geneticist, Department of Agronomy, Taiwan Agriculture Research Institute.